

# Factors de distribució de *Galemys pyrenaicus*

core.ac.uk

Pere Aymerich  
Joaquim Gosálbez

Universitat de Barcelona. Departament de Biologia Animal  
Av. Diagonal, 645. E. 08028 Barcelona

Manuscrit rebut l'abril de 2002

## Resum

A partir de dades obtingudes per mitjà de la prospecció d'excrements en uns 500 trams fluvials, discutim quins són els factors que determinen la distribució de *Galemys pyrenaicus* a Catalunya, una zona perifèrica dins l'àrea global de l'espècie. Els tres factors més importants serien: 1) La inexistència de grans barreres geogràfiques que històricament hagin impedit l'intercanvi d'individus (colonització o recolonització després d'eventuals extincions locals) entre conques fluvials; aquest factor explicaria l'absència de la conca de la Noguera Ribagorçana i suggereix una colonització postglacial dels rius dels Pirineus meridionals des del NW. 2) Una superfície de conca a la zona de capçalera superior als 300 km<sup>2</sup>; aquest fet probablement indica que les poblacions viables a llarg termini necessiten una longitud de xarxa fluvial mínima. 3) Una innivació important a la capçalera dels rius, que en una zona de forta influència climàtica mediterrània com els Pirineus meridionals és la principal garantia d'un cabal regular. La reduïda superfície de conca i l'escassa innivació explicarien l'absència de l'almesquera a les conques més petites dels Pirineus orientals (Llobregat, Fluvià i Muga). El clima i l'altitud semblen condicionar la distribució sobretot per la seva incidència en el cabal dels rius, mentre que altres factors (característiques físico-químiques de l'aigua, pendent, tipus de riberes, pertorbacions antròpiques) influïrien únicament a una escala local.

**Paraules clau:** *Galemys pyrenaicus*, Pirineus, distribució, factors històrics, superfície de conca, innivació, clima.

**Abstract.** *Distribution factors of Iberian Desman (Galemys pyrenaicus, Insectivora, Talpidae) in Catalonia*

Starting from data obtained by scat prospection in 500 river stretches we discuss which are the main distribution factors of Iberian Desman in Catalonia, a peripheral part of the species global area. The most important factors are: 1) Lack of great geographical barriers which have historically impeded individuals exchange (colonization or recolonization after local extinctions) between river basins; this could explain the species absence in Noguera Ribagorçana's basin and suggests a post-glacial colonization of Southern Pyrenees rivers from NW. 2) An upper basin's surface superior to 300 km<sup>2</sup>; this fact probably shows that a long-term viable population needs a minimum length of suitable rivers. 3) An important winter snow-covering of upper basin mountains which in areas of strong mediterranean influence is the main guarantee for a regular water flow. Reduced basin's surface and little snow-

fall would explain the absence of Desman in the smallest basins of Eastern Pyrenees (Llobregat, Fluvià and Muga). Climate and altitude seem to condition distribution mainly for its incidence over rivers flow, whereas other factors (physicochemical water parameters, river slope, river banks, anthropic disturbance) would only influence at a local scale.

**Key words:** *Galemys pyrenaicus*, Pyrenees, distribution, historical factors, basin surface, snow-fall, climate.

## Introducció

*Galemys pyrenaicus* (Geoffroy, 1811) és un mamífer semiaquàtic endèmic del nord de la península Ibèrica, amb una àrea de distribució global que va des del centre de Portugal fins al vessant septentrional dels Pirineus, generalment vinculat als cursos fluvials d'aigües ràpides i oxigenades. La distribució d'aquesta espècie a Catalunya, on se situa el límit nord-oriental de la seva àrea, va ser establerta per Aymerich et al. (2001). Els resultats d'aquest treball —completats amb prospeccions posteriors— indiquen que *G. pyrenaicus* és present a les conques dels rius Garona, Noguera Pallaresa, Segre i Ter, mentre que sembla absent de les conques de la Noguera Ribagorçana, el Llobregat-Cardener, el Fluvià i la Muga; la situació a la subconca del Flamisell (afluent important de la Noguera Pallaresa) resta per precisar amb seguretat, ja que únicament va ser-hi detectat en dos trams, i noves prospeccions no han donat resultats positius. El fet que l'espècie no hagi estat localitzada en totes les conques o subconques que tenen hàbitats aparentment adequats posa de manifest que existeixen factors que limiten la seva distribució.

L'objectiu d'aquest article és discutir —a partir dels resultats presentats a Aymerich et al. (2001)— quins són els possibles factors que determinen l'àrea de distribució de *G. pyrenaicus* a Catalunya, a una escala espacial gran o mitjana, és a dir, considerant la presència en conques, subconques o trams fluvials de gran longitud. No es tindrà en compte la distribució a una escala reduïda al llarg d'un mateix curs fluvial, ja que en aquest cas la presència se suposa que depèn de la selecció activa de l'hàbitat o bé de paràmetres ambientals que només incideixen localment; d'altra banda, el mètode de prospecció utilitzat tampoc permet fer una aproximació fiable a aquest nivell.

Els factors que condicionen la distribució a gran escala de *Galemys* han estat relativament poc tractats. A més, els treballs que hi fan referència sovint no els distingeixen clarament dels factors que en condicionen la presència o l'abundància a una escala exclusivament local (pendent, granulometria, característiques de la ribera o alteracions antròpiques, per exemple). Les aportacions més destacables a l'anàlisi dels factors de distribució són les de Bertrand (1993a) i Nores et al. (1993a), on es discuteixen els factors de distribució per al Pirineu francès i per a la península Ibèrica, respectivament. També es tracta la qüestió, amb menor detall, en altres treballs (Castién & Gosálbez, 1992; Aguirre-Mendi, 1995; Queiroz et al., 1995; Nores, 1998; Fernández-Salvador et al., 1998). Cal esmentar que en un dels treballs més detallats que s'han realitzat sobre la distri-

bució de l'espècie (Queiroz et al., 1998) gairebé no es dedica atenció als factors que la condicionen. La causa probable d'aquest fet sorprenent és que al nord de Portugal el clima atlàntic dominant fa que la distribució de *Galemys* hi sigui força general, de manera que els factors limitants poden ser poc aparents. La situació a Catalunya és l'oposada, ja que el predomini de la influència climàtica mediterrània —poc favorable per a l'espècie (Bertrand, 1993a; Nores, 1998; Fernández-Salvador et al., 1998)— segurament contribueix a posar de manifest d'una manera més clara quins són els factors que limiten la distribució. Per aquest motiu, les observacions realitzades probablement són generalitzables al conjunt de l'àrea global, i en particular a les seves zones perifèriques.

## Material i mètodes

La informació sobre la distribució de *G. pyrenaicus* ha estat obtinguda per mitjà de la prospecció d'excrements de l'espècie en trams fluvials de longituds compreses entre 200 i 500 m. Aquest mètode és fiable per a constatar la presència de l'espècie a escala d'una conca o subconca hidrogràfica, sempre que es prospecti una quantitat de trams suficient. La seva fiabilitat és menor quan es tracta de determinar la presència en un sector de riu determinat. En les campanyes de l'any 2000 es van prospectar un total de 409 trams dels rius pirinencs. Aquesta informació ha estat completada posteriorment amb la prospecció de les conques fluvials més orientals (Fluvià i Muga, 11 trams en cada una), així com també amb altres visites a les conques ja estudiades en el treball referit (més de 70 nous trams). La distribució a Catalunya de l'espècie pot visualitzar-se al mapa adjunt a Aymerich et al. (2001), ja que les noves prospeccions han aportat molt pocs canvis.

Amb l'objectiu de determinar quins són els factors que poden influir en la distribució de l'espècie, aquesta informació corològica ha estat contrastada amb dades diverses referides a les característiques de les conques i subconques prospectades: orografia, superfície de conca, cabal i règim hidrològic dels rius, clima i vegetació. Addicionalment, per a determinats rius, també s'ha considerat informació sobre altres aspectes.

Aquest article havia estat pensat, en principi, com a discussió dels resultats presentats a Aymerich et al. (2001) i això comporta algunes limitacions. No s'ha fet cap tractament estadístic de les dades, ja que les característiques del treball de base del qual s'ha obtingut la informació corològica ho fa difícil. És evident, per tant, que les observacions comentades en l'apartat de resultats tenen un caràcter força especulatiu.

## Resultats

### *Factors històrics*

Encara que avui les poblacions de *Galemys* es presenten relativament aïllades en diferents conques o subconques, cal suposar que en temps més o menys recents —i probablement també de manera esporàdica en l'actualitat— ha existit

un intercanvi d'individus entre conques veïnes. Considerant l'elevat grau d'adaptació de l'espècie al medi aquàtic (Richard, 1985, 1986) aquest intercanvi només deu haver estat possible quan el desplaçament que s'ha de fer per terra és de curt recorregut. En terrenys de relleu suau, en els quals la distribució de l'almesquera és molt àmplia i la xarxa hidrogràfica densa, les connexions fàcils entre conques poden ser relativament freqüents. Aquest seria el cas de les zones atlàntiques que s'estenen des de Portugal fins al vessant septentrional dels Pirineus. En canvi, en àrees de relleu abrupte, xarxa fluvial limitada i poblacions d'almesquera restringides a les zones de muntanya, el pas entre conques deu dependre de l'existència de colls de muntanya en els quals les capçaleres dels rius es troben a escassa distància. Aquesta és la situació aplicable als Pirineus catalans i a d'altres zones amb forta influència climàtica mediterrània, perifèriques en l'àrea global de l'espècie.

Cal precisar que els rius dels Pirineus centrals afluent de l'Ebre formen subconques que, en la pràctica, per a *Galemys* es poden considerar com a conques independents. Aquests rius flueixen de nord a sud perpendicularment a la serralada i les seves confluències es troben sempre a baixa altitud, quan arriben a la perifèria de la Depressió de l'Ebre, en zones de clima de tendència àrida i després d'un llarg recorregut en el qual l'espècie és inexistent. Les diverses poblacions de *Galemys*, doncs, es troben isolades a la part superior de les conques, mentre que els trams fluvials mitjans i baixos no són utilitzats per l'espècie. En aquest context, un hipotètic intercanvi d'individus entre subconques seguint riu avall i remuntant després per un altre afluent, amb recorreguts de moltes desenes de quilòmetres al llarg d'hàbitats desfavorables, sembla altament improbable. Els intercanvis històrics entre aquestes subconques sembla més probable que hagin tingut lloc per les zones de capçalera.

La manca d'una connexió recent fàcil amb les conques veïnes sembla la causa més probable de l'absència actual —segons les nostres dades— de *Galemys* a la conca de la Noguera Ribagorçana. Les característiques d'aquesta conca són en general favorables a l'espècie, i el grau d'alteració antròpica dels ecosistemes fluvials per causa de les obres hidroelèctriques, encara que és ben patent, no creiem que en pugui haver provocat l'extinció, ja que hi ha subconques poc o gens pertorbades on segurament haurien pogut persistir poblacions viables. En aquest context, l'absència pot interpretar-se com una conseqüència de l'isolament geogràfic de la conca.

La conca superior de la Noguera Ribagorçana —on es troben els hàbitats potencials per a *Galemys*— presenta la singularitat de ser l'única dels Pirineus catalans en la qual la línia divisòria amb les conques veïnes se situa sempre per damunt dels 2500 m d'altitud, i sovint s'acosta als 3000 m. Les conques en què viu l'espècie (Garona, Noguera Pallaresa, Segre, Ter) sempre entren en contacte almenys en un punt situat per sota dels 2000 m. El recorregut terrestre que hauria de fer un individu per passar a la conca de la Noguera Ribagorçana des de les conques de la Garona o la Noguera Pallaresa és llarg (força centenars de metres o quilòmetres) i, en general, per zones molt abruptes i rocoses. D'altra banda, cal tenir present que la presència de *Galemys* als rius d'alta muntanya és limitada,

ja que molt sovint hi sembla absent o amb densitats febles. Tots dos factors (dificultats de locomoció i raresa a l'alta muntanya) podrien fer que la gran altitud de la carena divisòria representi una barrera molt efectiva per als desplaçaments de l'espècie. El pas nul o molt escàs d'individus no hauria permès l'establiment de poblacions viables a la conca de la Noguera Ribagorçana, o bé hauria impedit la recolonització després d'una extinció local per esdeveniments catastròfics.

L'isolament geogràfic també hauria pogut actuar en la conca del Llobregat-Cardener. En aquest cas, la carena divisòria té una altitud modesta, amb passos freqüents per sota dels 2000 m. Però el predomini absolut dels materials geològics calcaris fa que a l'alta muntanya —ja a partir dels 1500 m— pràcticament no hi hagi cursos d'aigua permanents. En aquestes condicions, el recorregut per fora de l'aigua per passar des de les conques del Segre o el Ter a la del Llobregat és llarg i difícilment superable per a un animal semiaquàtic de mida petita.

L'acceptació de la hipòtesi de l'isolament geogràfic com a causa de l'absència a les anteriors conques fluvials suposaria, probablement, acceptar també que les vies de colonització postglaciària han anat en sentit NW-SW, a partir de refugis situats a la zona atlàntica situada al nord dels Pirineus. L'existència de refugis als Pirineus orientals sembla menys probable, ja que en aquest cas l'espècie segurament també existiria a la conca del Llobregat-Cardener. I l'absència de la conca de la Noguera Ribagorçana indicaria que en els períodes glaciària *Galemys* no vivia als rius del vessant sud dels Pirineus centrals. Seria interessant contrastar aquesta hipòtesi —que per ara té un caràcter purament especulatiu— per mitjà de marcadors genètics.

### *Règim i cabal dels rius*

Deixant de costat l'existència de barreres geogràfiques, el factor ambiental que millor explica la distribució de *Galemys* a Catalunya és el règim hídric dels rius. Concretament, aquesta espècie està lligada als cursos d'aigua que tenen una alimentació nival molt important, que són els que neixen als Pirineus axials o, més rarament, en alguna serra prepirinenca de gran altitud. El seu règim és de tipus nival o nivoplúvia (Masachs, 1958; Sala, 1983), caracteritzat per un cabal màxim entre maig i juliol, mínim els mesos d'hivern i per l'absència d'estiatge. Les nostres observacions coincideixen en aquest aspecte amb les de Nores et al. (1993a), Fernández-Salvador et al. (1998) i Nores (1998), que ja indicaven que la regulació del cabal, i especialment la manca d'estiatge, seria el factor més important per a explicar la distribució de l'espècie.

L'absència de l'espècie a les conques hidrogràfiques més orientals (Fluvià i Muga) pot ser interpretada sobretot com una conseqüència del règim bàsicament pluvial dels seus rius. L'altitud moderada de les muntanyes a l'extrem est dels Pirineus fa que les precipitacions en forma de neu hi siguin escasses i irregulars, de manera que el cabal circulant depèn de les pluges. Aquestes, per causa de la neta influència mediterrània de la zona, són molt irregulars i és freqüent que els rius pateixin marcats períodes d'estiatge, en especial a les zones baixes. Una població de *Galemys* que visqués en aquests rius estaria sotmesa a mortalitats ca-

tastròfiques recurrents, provocades per la reducció de l'hàbitat adequat i de la disponibilitat alimentària en els episodis de sequera, que probablement farien inviable el seu manteniment a llarg termini.

L'escassa aportació nival al cabal dels rius també explica el límit sud de distribució dins les conques on l'espècie és present. En general, en totes les conques del vessant sud dels Pirineus (Noguera Pallaresa, Segre i Ter) el límit meridional de distribució és força similar, i coincideix amb el de les subconques fluvials que neixen a les serres prepirenques. Aquestes serres, amb altituds mitjanes notablement inferiors a les de la serralada axial, tenen una innivació molt menys important i més irregular. Els rius amb capçalera als Prepirineus tendeixen, per aquest motiu, a un règim hídric marcadament pluvial, bé que alguns encara tenen influència nival. Per a una mateixa superfície de conca, els cabals circulants hi són molt més baixos i també més irregulars, donant-se una situació semblant a la descrita abans per a les conques de l'extrem oriental dels Pirineus. Com a exemples, el riu Sant Nicolau (pirinenc) té un cabal mitjà anual de  $52 \text{ hm}^3$  per a una superfície de conca de  $64 \text{ km}^2$ , mentre que el Sallent (prepirinenc) el té de només  $15 \text{ hm}^3$  per a una conca similar de  $69 \text{ km}^2$ ; de la mateixa manera el Noguera de Tor (pirinenc), té un cabal de  $309 \text{ hm}^3$  per a  $225 \text{ km}^2$  de conca, contra els  $99 \text{ hm}^3$  per a  $254 \text{ km}^2$  del Cardener (prepirinenc). A més, el predomini dels materials calcaris a les serres prepirenques fa que una gran part de l'aigua s'infiltri, contribuint encara més a reduir els cabals circulants en superfície, mentre que als Pirineus axials predominen els materials silicis.

Encara que la importància de la innivació en la distribució de *Galemys* als Pirineus catalans sembla força evident, els escassos registres meteorològics disponibles a les zones d'alta muntanya fan difícil aportar dades que ho sustentin. Una aproximació a aquest factor pot fer-se a través de la superfície de conca situada a l'alta muntanya, per damunt dels 2000 m per exemple, però l'altitud no sempre és un bon reflex de la innivació. Un mètode indirecte més fiable per estimar la innivació és l'ús dels mapes de vegetació, ja que determinades comunitats vegetals són bons indicadors de la importància de la coberta de neu i de la seva persistència temporal. Aquesta aproximació s'ha revelat útil per a interpretar la asimetria en el límit de distribució meridional entre les conques de la Noguera Pallaresa i del Segre. Als rius que neixen al massís de l'Orri, entre les comarques del Pallars Sobirà i l'Alt Urgell, *Galemys* és corrent als afluent de la Noguera Pallaresa (vessant oest) però absent als afluent del Segre (vessant est). Els afluent de tots dos vessants presenten característiques aparentment favorables, però la innivació de les capçaleres és diferent. Estudiant els mapes de vegetació es posa de manifest que les comunitats vegetals dependents d'una coberta nival important (bosc subalpí d'obaga, *Saxifraga-Rhododendretum*; pastures mesòfiles d'alta muntanya, *Hieracio-Festucetum* i *Alchemillo-Nardetum*) ocupen a les subconques occidentals (afluent de la Noguera Pallaresa) una superfície de 479,8 ha, molt superior a les 269,1 ha de les subconques orientals (afluent del Segre). Si únicament es considera la superfície coberta per la comunitat més estretament lligada a una innivació prolongada (l'*Hieracio-Festucetum*) el contrast és encara més evident, ja que aquesta vegetació és inexistent a la capçalera dels

afluents del Segre, mentre que ocupa 204,3 ha a la capçalera dels afluents de la Noguera Pallaresa. La menor innivació a les subconques dels afluents del Segre que neixen al massís de l'Orri deu fer que la irregularitat del seu cabal (tant estacional com interanual) sigui més alta que la dels afluents de la Noguera Pallaresa i aquesta és probablement la causa de l'absència de *Galemys*.

### *Longitud de la xarxa fluvial*

Totes les conques en les quals s'ha constatat la presència de *Galemys* tenen una superfície superior als 300 km<sup>2</sup> en la seva zona de capçalera (Taula 3). La superfície de conca, en zones de condicions climàtiques similars, està directament relacionada amb la longitud de la xarxa fluvial, de la qual el flux circulant n'és un indicador (Taula 1). És probable, doncs, que la restricció de l'espècie a les conques d'unes determinades dimensions indiqui la necessitat d'una xarxa fluvial d'una longitud mínima, en la qual sigui possible l'establiment d'una població mínima viable. L'espècie depèn d'un medi concret i limitat —no tots els trams fluvials disponibles estan ocupats (Bertrand, 1993a; Aymerich et al., 2001)— i hi té densitats baixes —de l'ordre de 2-7 individus/km (Stone, 1985; Stone, 1987; Nores et al., 1993b)—, de manera que una població una mica gran utilitza una longitud de rius important.

No existeix informació sobre la mida de la població mínima viable de *Galemys*. Per aquest motiu no és possible saber si una longitud de la xarxa fluvial

**Taula 1.** Superfície (km<sup>2</sup>) i flux anual (hm<sup>3</sup>) a les capçaleres dels rius dels Pirineus catalans, dins l'àrea potencialment adequada per a *G. pyrenaicus*.

Conca o subconca (Basin or sub-basin)	Km <sup>2</sup>	Hm <sup>3</sup>
Garona <sup>a</sup>	440	570
Segre	2384	927
Noguera Pallaresa	1581	945
Ter-Freser	738	225
Noguera Ribagorçana	639	546
Flamisell	342	224
Llobregat	225	167
Cardener	171	69
Muga	<150	<79
Beget (Fluvià) <sup>b</sup>	82	—

a. Dades referides exclusivament a la part administrativament catalana de la conca (comarca de la Val d'Aran).

b. La conca superior del Fluvià és fragmentada en diverses subconques isolades. La subconca del Beget és la més extensa, però no en tenim dades sobre el volum circulant.

per sota d'un determinat valor actua com a factor limitant per a l'establiment de l'espècie, encara que així ho suggereix l'absència en conques o subconques aïllades de petites dimensions. Suposant que certament sigui un factor limitant, això explicaria en part —sumat a altres factors— l'absència tant de les conques més petites dels Pirineus orientals com d'algunes subconques meridionals dins l'àrea de distribució coneguda.

En les primeres (Llobregat-Cardener, Fluvià, Muga) l'hàbitat disponible probablement és insuficient per suportar una població viable, capaç de recuperar-se sense problemes després d'hipotètiques mortalitats catastròfiques, que no serien excepcionals si es té en compte la mediterraneïtat climàtica d'aquestes conques, que comporta irregularitat en els cabals. En conques petites i aïllades la probabilitat d'extinció local seria alta, mentre que la probabilitat de recolonització des de les conques veïnes deu ser molt baixa o nul·la.

En les subconques meridionals de conques amb presència de *Galemys* (Noguera Pallaresa, Segre, Ter) la situació seria similar, bé que en aquests casos cal considerar la probabilitat de recolonització a partir de subconques situades més al nord o del mateix riu principal. Aquesta capacitat de recolonització, però, sembla que seria molt limitada. D'acord amb els nostres resultats, l'espècie és absent o molt escassa als rius principals de la conca fora de les àrees de capçalera, de manera que l'intercanvi d'individus entre les poblacions de les subconques laterals deu ser reduït. En aquesta situació, la capacitat d'una subconca per suportar una població viable estaria directament relacionada amb la disponibilitat d'hàbitat (longitud de la xarxa fluvial en la subconca) i amb la seva qualitat (règim fluvial, sobretot), mentre que estaria indirectament relacionada amb l'allunyament de les zones amb poblacions grans (distància a les zones de capçalera de la conca). Les subconques més meridionals serien les que tenen menor capacitat, ja que la probabilitat d'extinció local hi és màxima (sobretot per la irregularitat del cabal) i la probabilitat de recolonització, mínima (la distància a les subpoblacions més properes és gran). No es pot excloure la possibilitat que l'ocupació d'aquestes subconques perifèriques sigui temporal, amb una successió d'episodis de colonitzacions i extincions.

### *Clima*

No existeix relació aparent entre la presència de *Galemys* i el clima local. En canvi, el clima general de la conca hidrogràfica, molt especialment a la seva zona de capçalera, sí que sembla condicionar indirectament la distribució, a través de la seva influència en el cabal dels rius i en el seu règim hídic.

L'espècie ha estat localitzada en indrets sotmesos a condicions climàtiques molt diverses, que abasten tots els tipus de bioclima reconeguts als Pirineus catalans per sota de l'estatge alpí (Bolòs & Vigo, 1985): precipitacions mitjanes anuals des de poc més de 600 mm (valls del vessant sud dels Pirineus centrals) fins a uns 1500 mm (zones d'alta muntanya); precipitacions regulars i ben repartides al llarg de l'any (conca de la Garona) o amb marcada irregularitat tant interanual com estacional (Pirineus centrals meridionals); temperatures mitjanes anuals des



de 3-4°C (alta muntanya) fins a uns 10°C (valls baixes); zones molt continentals, amb contrastos tèrmics estacionals importants (conques de la Noguera Pallaresa i del Segre) i zones amb més influència marítima, sense temperatures tan contrastades (conques de la Garona i del Ter). Un bon reflex de la diversitat de condicions climàtiques és la vegetació dominant. Al vessant sud dels Pirineus ha estat trobat als dominis dels boscos submediterranis continentals de *Pinus nigra* subsp. *salzmanni*, dels boscos submediterranis de tendència humida de *Quercus pubescens*, dels boscos eurosiberians de *Fagus sylvatica*, dels boscos eurosiberians de *Pinus sylvestris* i dels boscos subalpins de *Pinus uncinata*. Al vessant nord (Vall d'Aran, a la conca de la Garona) als dominis dels boscos atlàntics de baixa altitud de *Quercus robur*, dels boscos atlàntics montans de *Fagus sylvatica* i *Abies alba*, dels boscos eurosiberians de *Pinus sylvestris* i dels boscos subalpins de *Pinus uncinata*.

A escala de conca, unes precipitacions més o menys importants (mitjanes anuals superiors a 900 mm en gran part de la conca) es produeixen en tota l'àrea de distribució de l'espècie a Catalunya, coincidint amb les observacions de Bertrand (1992) al Pirineu francès, que vinculava l'àrea a les precipitacions iguals o superiors als 1000 mm. Però aquest no és el paràmetre climàtic essencial, ja que és absent de diverses conques dels Pirineus orientals (Llobregat, Cardener, Fluvià i Muga) amb precipitacions d'aquest ordre a les zones de capçalera. El factor climàtic que influeix més en la distribució, com ja ha estat comentat en un apartat anterior, seria la quantitat de precipitacions en forma de neu a les capçaleres fluvials, ja que d'aquesta depèn el règim dels rius. Això es manifesta clarament al vessant sud dels Pirineus. Al vessant nord dels Pirineus (conca de la Garona) la dependència de la innivació a la capçalera segurament és menor, ja que el clima d'influència atlàntica comporta unes precipitacions en forma de pluja més importants i ben distribuïdes al llarg de l'any que al vessant sud, on la influència mediterrània és molt forta: a Lés (conca de la Garona, 650 m) la mitjana anual és de 1200 mm, mentre que a Adrall (conca del Segre, 640 m) és de 636 mm i a la Pobla de Segur (conca de la Noguera Pallaresa, 500 m) és de 715 mm (Panareda & Nuet, 1979; Bolòs & Vigo, 1985). Aquesta pluviometria més abundant i regular fa que els cabals dels rius siguin més constants i això es tradueix en una major extensió dels hàbitats favorables a *Galemys*, que estarien menys lligats a les zones de muntanya. A la part de la conca de la Garona administrativament catalana tots els rius tenen encara una influència nival important, però aquesta es redueix en zones més baixes, en les quals l'espècie encara és present.

És probable que també les temperatures màximes i mínimes condicionin els límits de distribució de *Galemys*, per la influència que tenen en els ecosistemes fluvials i concretament en els invertebrats que són la base de la seva alimentació. A Catalunya l'espècie no ha estat trobada en cap localitat que tingui més d'1 mes tèrmicament estival (T mitjana superior a 20°C). Tampoc sembla present en zones de gran altitud, en les quals els mesos tèrmicament glacials (T mitjana inferior a 0°C) són més de 6. Aquest és un aspecte del qual es té poca informació i que caldria estudiar amb més deteniment.

## Altitud

L'altitud no té una influència directa en la distribució, però condiciona el clima i les característiques dels rius. Existeix un límit altitudinal inferior, situat molt més amunt al vessant sud dels Pirineus que al vessant nord. I també sembla haver-hi un límit altitudinal superior menys conegut, probablement comú a tots dos vessants.

### Límit inferior

Al vessant meridional dels Pirineus el límit altitudinal inferior és situat als 700 m a les conques de la Noguera Pallaresa i del Segre, i als 1100 m a la del Ter. Al vessant nord dels Pirineus, dins la conca de la Garona d'administració catalana es troba fins a 600 m, i dins la part francesa arriba a baixar fins als 300 m (Bertrand, 1992). Aquestes diferències entre vessants es poden explicar pel clima general, la influència del qual ha estat comentada en l'apartat anterior. Al vessant nord dels Pirineus el clima d'influència atlàntica és més favorable a una àmplia distribució de *Galemys*, que per aquest motiu no està tan lligat als rius de règim nival o nivopluvial com al vessant sud, i així pot baixar fins a altituds inferiors. A l'extrem occidental dels Pirineus, on el clima ja és netament atlàntic, l'espècie pot trobar-se gairebé al nivell del mar (Bertrand, 1992; Castién & Gosálbez, 1992). Aquesta situació es generalitza més a l'oest, al llarg de la costa cantàbrica, de Galícia i del nord de Portugal (Nores et al., 1992a; Queiroz et al., 1998). En aquest sentit, *Galemys pyrenaicus* ha de ser considerat bàsicament un element faunístic iberoatlàntic i no pas un animal oròfil, en contra del que s'havia cregut durant força temps. Només es comporta com una espècie de muntanya a les zones perifèriques de la seva àrea de distribució, allà on la influència mediterrània es fa patent, però l'altitud mínima no és cap factor limitant on el clima és atlàntic.

Al vessant sud dels Pirineus, la interpretació de la diferència en l'altitud mínima entre les conques centrals (Noguera Pallaresa i Segre) i orientals (Ter), d'uns 400 m, no és senzilla. Podria tractar-se simplement d'un fals límit altitudinal, provocat secundàriament per l'alteració antròpica dels hàbitats, ja que els rius de la conca del Ter han estat molt transformats des de fa més de 100 anys (tenen el cabal molt regulat, amb trams gairebé secs i, a més, alguns han sofert episodis de contaminació forta). Però també és possible que les causes siguin naturals, lligades a diferències en el règim dels rius: la innivació a l'alta muntanya dels Pirineus orientals és més feble i irregular que als Pirineus centrals, de manera que aquest factor podria fer que els rius de la conca del Ter perdin la influència nival en el seu règim a una altitud menor que els rius de les conques de la Noguera Pallaresa i del Segre.

### Límit superior

El límit altitudinal superior de l'espècie és poc conegut. A Catalunya no ha estat detectada per damunt dels 2000 m, situant-se les localitats més elevades cap als 1900-2000 m en totes les conques. És segur que localment deu aparèixer en

altituds superiors, fins a uns 2500 m, ja que hi ha estat citat als Pirineus francesos (Bertrand, 1993a). Però en qualsevol cas la presència a gran altitud deu ser molt limitada, com mostren els nostres resultats i el baix percentatge de localitats reportades per Bertrand (1993a).

Les causes per les quals *Galemys* és un animal rar a l'alta muntanya probablement estan relacionades amb les limitacions alimentàries que comporta aquest medi, que deuen ser importants per a un animal de metabolisme elevat i especialitzat en el consum de macroinvertebrats aquàtics (Bertrand, 1993b; Castién & Gosálbez, 1995). És previsible que la biomassa de macroinvertebrats sigui inferior a l'alta muntanya, però no es disposa de dades concretes, ja que els estudis realitzats als Pirineus (Prat et al., 1979; Puig et al., 1987; Vinçon, 1987; Ventura, 1997) generalment se centren en la composició i l'estructura de les comunitats. Als rius del Parc nacional d'Aigüestortes i estany de Sant Maurici, als Pirineus centrals, Ventura (1997) només constata una neta caiguda en l'abundància de macroinvertebrats a les zones per sobre dels 2400 m, però per sota la relació entre abundància i altitud no és clara. És possible que el factor limitant, més que la biomassa total, sigui la seva estacionalitat: les baixes temperatures hivernals poden fer que la biomassa hivernal caigui a nivells mínims i, a més, la congelació total o parcial de molts dels cursos d'aigua deu impedir l'accés a bona part d'aquesta biomassa. En conjunt, aquests factors comporten una baixa disponibilitat alimentària als mesos hivernals, justament en una època en què les necessitats metabòliques deuen ser superiors (baixes temperatures, coincidència amb l'època de zel), i aquesta deu limitar fortament la presència de *Galemys* a l'alta muntanya, que potser està restringida a indrets favorables o hi té un caràcter temporal.

### *Altres factors*

Altres factors semblen influir en la distribució en un àmbit superior al local, però sense ser generalitzables a escala de conca. Actuen en determinats sectors de les conques ocupades, condicionant la presència de l'espècie en trams llargs de riu i en subconques particulars.

### *Característiques fisicoquímiques de l'aigua*

Diversos paràmetres (pH, alcalinitat, conductivitat, etc.) influeixen en la productivitat dels rius i en la disponibilitat de macroinvertebrats. Als rius d'ordre petit, que són els que més sovint habita *Galemys*, aquests paràmetres solen estar molt lligats als materials geològics predominants a la conca. Els rierols d'aigües molt carbonatades per causa del predomini dels materials calcaris a la conca solen tenir produccions baixes i sovint, a més, els cabals són petits i irregulars a conseqüència de la infiltració en el substrat permeable. Aquest tipus d'ambient probablement és desfavorable per a l'establiment de poblacions permanents de *Galemys*, ja que l'aliment hi és escàs. L'aparent absència en la major part de subconques fluvials del vessant nord de la serra del Cadí (conca del Segre) podria ser deguda a aquesta raó.

Un altre possible cas d'absència lligada a les característiques fisicoquímiques de l'aigua es pot donar a la part alta i mitjana del riu Unhòla (conca de la Garona). En aquest riu podrien actuar com a factors limitants els compostos fèrrics i una càrrega de sòlids en suspensió elevada, que provocarien també produccions baixes de macroinvertebrats.

### *Pendent*

Encara que, en general, un pendent moderat dels rius sembla favorable per a l'espècie, uns pendents molt forts en tots els rius d'una subconca podrien ser negatius per a l'establiment de poblacions permanents. No sabem com pot actuar aquest factor, però sembla intuir-se una relació entre els pendents molt grans i l'aparent absència en determinades subconques o trams llargs, com la subconca de Tavascan (conca de la Noguera Pallaresa). És possible que la influència negativa estigui vinculada a les avingudes violentes i a la inestabilitat excessiva dels materials al llit del riu i a la ribera. En particular, en l'època de fosa de neu —quan els cabals són més grans i el corrent és més fort— podria haver-hi una mortalitat elevada, tant per arrossegament aigües avall com per la destrucció dels refugis a la ribera.

### *Característiques de la ribera*

La presència de refugis a la ribera sembla un dels factors importants en la selecció de l'hàbitat a escala local. Per aquest motiu, determinats tipus de riberes molt pobres en refugis podrien condicionar negativament l'establiment de poblacions de *Galemys* en trams llargs de riu. Seria el cas, especialment, de les riberes dominades per platges de grava o sorra, i també dels trams de riu encaixats entre parets de pedra. L'aparent absència del Segre en el llarg tram que travessa la plana de Cerdanya es podria explicar així per l'extensió que hi tenen les riberes dominades per les platges de grava.

### *Pertorbacions antròpiques*

L'alteració dels rius per l'activitat humana —en particular per les obres hidroelèctriques i per les captacions de cabals— segurament ha provocat la desaparició d'algunes poblacions locals, provocant la fragmentació de l'àrea. De totes maneres, la seva incidència és poc clara i sembla que actua a una escala força limitada. No creiem que aquesta sigui la causa de l'absència actual en cap conca o subconca, però potser sí d'alguns trams molt regulats o eutrofitzats. La zona on les pertorbacions antròpiques poden haver condicionat més la distribució és la conca del Ter, ja que les poblacions actuals hi apareixen molt fragmentades, però no es disposa de dades històriques que permetin confirmar una probable regressió de l'àrea.

## Conclusions

La distribució actual de *Galemys pyrenaicus* a Catalunya pot ser interpretada com a resultat de diversos factors històrics i ambientals.

El factor històric és la connexió entre conques i subconques fluvials. La distribució actual suggereix un procés de colonització postglacial dels rius dels Pirineus catalans, que probablement hauria seguit un sentit NW-SE, a partir de refugis situats als Pirineus occidentals atlàntics. Seguint aquesta hipòtesi, la colonització de la conca de la Noguera Ribagorçana, i potser també del Llobregat-Cardener, no hauria estat possible per l'existència de barreres geogràfiques difícils de franquejar. No es pot descartar que també existís algun refugi als Pirineus orientals, però aquesta hipòtesi concorda menys amb la distribució coneguda. Un origen occidental també és coherent, d'altra banda, amb la major extensió actual de l'espècie a la zona iberoatlàntica.

Els factors ambientals haurien determinat la presència de l'espècie a les conques en les quals no es coneixen barreres geogràfiques i també la distribució dins les conques actualment poblades. Una xarxa fluvial favorable d'una longitud determinada és necessària per a garantir l'establiment de poblacions viables de *Galemys*, ja que no ha estat detectat a les conques amb capçaleres de superfície menor als 300 km<sup>2</sup>. També és essencial l'existència de rius amb un cabal força regular, que no pateixin estiatges importants. Al vessant sud dels Pirineus, on el clima és d'influència mediterrània, els cabals regulars només són garantits als rius de règim nival o nivopluvial, i per aquest motiu la presència de l'espècie està molt vinculada als cursos fluvials en les capçaleres dels quals la innivació és important. Al vessant nord de la serralada, en canvi, el clima d'influència atlàntica —amb precipitacions més abundants i regulars— permet una major independència de la innivació. El clima local, doncs, és poc important per explicar la distribució de l'espècie, ja que depèn sobretot del règim i del cabal dels rius, i aquests són condicionats pel clima de tota la conca, en especial a la capçalera. El límit inferior de distribució als 700 o 1100 m a les conques del vessant sud (mediterrani) probablement correspon al nivell en el qual els rius perden la influència nival, mentre que al vessant nord (atlàntic) aquest límit altitudinal se situa molt més avall, cap als 300 m segons Bertrand (1992). L'espècie es fa també molt rara per damunt dels 2000 m, segurament per la baixa disponibilitat alimentària dels rierols d'alta muntanya.

Altres factors (característiques físicoquímiques de l'aigua, tipus de riberes, pendent, pertorbacions antròpiques) només influeixen en la distribució a una escala reduïda, però poden servir per a interpretar l'absència en determinades subconques.

Tot aquest conjunt de factors explicarien l'actual distribució de *Galemys pyrenaicus* als rius dels Pirineus catalans, la presència o l'absència del qual en les diverses conques i subconques pot ser interpretada per aquestes causes:

- *Conques altes de la Garona, Noguera Pallaresa, Segre i Ter*: Present, ja que reuneixen totes les condicions. A la conca de la Garona el límit inferior baixa més que al vessant sud (per sota dels 600 m) pel clima atlàntic. La dependència

de la neu a les capçaleres fa que a la Noguera Pallaresa i al Segre el límit inferior se situï als 700 m. Al Ter el límit és encara més alt, als 1100 m, segurament per la menor innivació dels Pirineus orientals, però també hi pot haver influït una regressió de l'àrea per causa de les pertorbacions antròpiques, que semblen la causa més probable de l'elevada fragmentació actual de les poblacions.

- *Noguera Ribagorçana*: Absent, segurament per un aïllament històric de la conca, que n'ha impedit la colonització.
- *Llobregat-Cardener*: Absent. Hi poden haver intervingut diverses causes: existència de barreres geogràfiques, extensió reduïda de la xarxa fluvial adequada, escassa innivació de les capçaleres.
- *Fluvià i Muga*: Absent. No hi ha barreres geogràfiques aparents, però la reduïda extensió de la xarxa fluvial i el règim pluvial dels rius serien desfavorables a l'establiment de poblacions viables.
- *Subconques més meridionals de les conques de la Noguera Pallaresa, Segre i Ter*: Absent. El límit sud el marca la influència nival en la capçalera de les subconques, de manera que els rius que neixen a les serres prepirinenques —amb innivació escassa i irregular— solen ser desfavorables. No es pot descartar que les poblacions que ocupen les subconques més meridionals siguin inestables i el límit meridional de distribució fluctuant, ja que podrien donar-se episodis temporals d'extincions locals i de noves colonitzacions.

## Agraïments

Aquest treball ha estat promogut i finançat per la Direcció General del Patrimoni Natural del Departament de Medi Ambient de Catalunya. Volem expressar el nostre especial agraïment a Cesca Casadesús i a Oriol Pachés, per la seva participació en els treballs de camp i de laboratori del projecte, respectivament. Igualment, agraïm a Albert Ferré el seu ajut en l'elaboració de les dades sobre cobertures vegetals.

## Bibliografia

- Aguirre-Mendi, T. 1995. Distribución geográfica y estatus de *Neomys fodiens* (Pennant, 1771), *Neomys anomalus* (Cabrera, 1907) y *Galemys pyrenaicus* (Geoffroy, 1811) (Mammalia, Insectivora) en la Rioja. Seminar on the biology and conservation of european desmans and water shrews (*Galemys pyrenaicus*, *Desmana moschata*, *Neomys spp.*), Ordesa, Espagne, 7-11 June 1995. T-PVS (95) 32. Conseil de l'Europe.
- Aymerich, P.; Casadesús, F.; Gosálbez, J. 2001. Distribució de *Galemys pyrenaicus* (Insectivora, Talpidae) a Catalunya. Orsis, 16: 93-110.
- Bertrand, A. 1993a. Répartition géographique du Desman des Pyrénées *Galemys pyrenaicus* dans les Pyrénées françaises. Proceedings of the Meeting on the Pyrenean Desman, Lisboa, sept. 1992: 41-52.
- Bertrand, A. 1993b. Stratégies alimentaires du Desman des Pyrénées *Galemys pyrenaicus* dans un cours d'eau des Pyrénées françaises. Proceedings of the Meeting on the Pyrenean Desman, Lisboa, sept. 1992: 13-25.
- Bolòs, O.; Vigo, J. 1985. Flora dels Països Catalans. Vol. I. Ed. Barcino. Barcelona.
- Carreras, J.; Carrillo, E.; Font, X.; Ninot, J.M.; Soriano, I.; Vigo, J. 1997. Mapa de Ve-

- getació de Catalunya 1: 50.000. Full de la Seu d'Urgell. 215(34-10). Institut Cartogràfic de Catalunya-Direcció General de Medi Natural.
- Castián, E.; Gosálbez, J. 1992. Distribución geográfica y hábitats ocupados por *Galemys pyrenaicus* (Geoffroy, 1811) (Insectivora, Talpidae) en los Pirineos occidentales. Doñana Acta Vert., 19 (1-2): 37-44.
- Castián, E.; Gosálbez, J. 1995. Diet of *Galemys pyrenaicus* (Geoffroy, 1811) in the north of the Iberian Peninsula. Neth. Journ. Zoology, 45 (3-4): 422-430.
- Fernández-Salvador, R.; Gisbert, J.; García-Perea, R. 1998. Biogeography of *Galemys pyrenaicus*. Abstracts de l'Euro-American Mammal Congress: 190. Santiago de Compostel·la.
- Masachs, V. 1958. El clima i les aigües. In: Solé Sabarís, L. (dir.) Geografia de Catalunya. Vol. I. Ed. Aedos. Barcelona.
- Nores, C.; Ruano, A.; Ojeda, F.; Villate, I.; García, E.H.; Cano, J.M.; González, J. 1993a. The causes of the Iberian Desman distribution: a proposal. Proceedings of the Meeting on the Pyrenean Desman, Lisboa, sept. 1992: 55-56.
- Nores, C.; Ruano, A.; Ojeda, F.; Villate, I.; García, E.H.; Cano, J.M.; González, J. 1993b. Pyrenean Desman survey of Spain: first results. Proceedings of the Meeting on the Pyrenean Desman, Lisboa, sept. 1992: 53-54.
- Nores, C. 1998. The Iberian Desman *Galemys pyrenaicus* in Spain. Abstracts de l'Euro-American Mammal Congress: 188. Santiago de Compostel·la.
- Panareda, J.M.; Nuet, J. 1979. El clima i les aigües dels Països Catalans. In: Riba, O.; Bolòs, O.; Panareda, J.M.; Nuet, J.; Gosálbez, J. Geografia física dels Països Catalans. Ketres. Barcelona.
- Prat, N.; Bautista, I.; González, G.; Puig, M.A. 1979. Els cursos d'aigua. In: Folch, R. (ed.). El patrimoni natural d'Andorra. Els sistemes naturals andorrans i llur utilització. Ed. Ketres. Barcelona.
- Puig, M.A.; González, G. et al. 1987. Modelos de distribución de plecópodos, efemerópodos, tricópodos y simúlidos en el río Ter. Limnetica, 3: 125-132.
- Queiroz, A.I.; Bertrand, A.; Khakhin, G. 1995. Status and conservation of Desmaninae in Europe. T-PVS (94) 22. Conseil de l'Europe.
- Queiroz, A.I.; Quaresma, C.M.; Santos, C.P.; Barbosa, A.J.; Carvalho, H.M. 1998. Bases para a Conservação da Toupeira-de-Água, *Galemys pyrenaicus*. Estudos de Biologia e Conservação da Natureza, 27. ICN. Lisboa.
- Richard, B. 1985. Preadaptation of a Talpidae, the Desman of the Pyrenees (*Galemys pyrenaicus*, G. 1811) to semi-aquatic life. Zeits. Angewandte Zool., 72: 11-23.
- Richard, B. 1986. Le desman des Pyrénées, un mammifère inconnu à découvrir. Ed. Le Rocher. Monaco.
- Sala, M. 1983. Les aigües. In: Bolòs, M. (dir.) Gran geografia comarcal de Catalunya. Geografia general. Enciclopèdia Catalana. Barcelona.
- Stone, D.R. 1985. Home range movements of the Pyrenean Desman (*Galemys pyrenaicus*) (Insectivora, Talpidae). Angewandte Zoologie, 1-2: 25-36.
- Stone, D.R. 1987. The social ecology of the pyrenean desman (*Galemys pyrenaicus*) as revealed by radiotelemetry. J. Zool. Lond., 212: 117-129.
- Ventura, M. 1997. Distribució de les comunitats de macroinvertebrats als rius del Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici (Pirineus centrals). IV Jornades sobre Recerca al P.N. d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici, Espot, 22-24 oct. 1997: 163-178.
- Vinçon, G. 1987. Etude hydrobiologique de la vallée d'Ossau (Pyrénées-Atlantiques) II. Le milieu et la structure du peuplement benthique. Annales de Limnologie, 23(3) 225-243.